

УДК 551.501.8

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

А. О. Нестерова¹⁾, О. В. Волобуева¹⁾, А. П. Соколина²⁾

¹⁾*Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), Малоохтинский пр., д. 98, г. Санкт-Петербург, Россия, lina01nesterova@mail.ru, ovvolobueva@rshu.ru* ²⁾*Северо-Западный филиал ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», Пулковское шоссе, 20 А, г. Санкт-Петербург, Россия nst.palna@yandex.ru*

Лес играет важную роль в жизни нашей планеты, поскольку, наряду с лесами Южной Америки, выделяет основную массу кислорода, а также является средой обитания животных и растений. Наибольшие потери лесов связаны с вырубкой и пожарами. В данной работе представлен пример распознавания лесного пожара по спутниковым изображениям за 27 июля 2021 г. на территории Якутии, а также определение изменения растительного покрова по рассчитанному нормализованному вегетационному индексу NDVI.

Ключевые слова: лесные пожары; дымовой шлейф; прибор MODIS; спутниковые наблюдения; республика Саха (Якутия).

RECOGNITION OF FOREST FIRES USING SATELLITE IMAGES

A. O. Nesterova¹⁾, O. V. Volobueva¹⁾, A. P. Sokolina²⁾

¹⁾*Russian State Hydrometeorological University (RSHU), 98 Malookhtinsky Prospekt, St. Petersburg, Russia, lina01nesterova@mail.ru, ovvolobueva@rshu.ru;* ²⁾*North-Western branch of the Federal State Budgetary Institution Aviamettelecom of Roshydromet, Pulkovskoe highway, 20 A, St. Petersburg, Russia, nst.palna@yandex.ru*

The forest plays an important role in the life of our planet, because, along with the forests of South America, it emits the bulk of oxygen, and is also a habitat for animals and plants. The greatest losses of forests are associated with deforestation and forest fires. This article provides an example of recognizing a forest fire from satellite images for July 27, 2021 on the territory of Yakutia, as well as determining changes in vegetation cover in accordance with the calculated normalized vegetation index NDVI.

Keywords: forest fires; smoke plume; MODIS device; satellite observations; The Republic of Sakha (Yakutia).

Лесной пожар — неконтролируемый процесс горения, распространяющийся по лесной территории. Выделяют две группы причин возникновения лесных пожаров: природные и антропогенные. К природным относятся молнии, самовозгорание торфа, каменного угля и лесной подстилки; к антропогенным: непотушенные костры, сжигание мусора, брошенные окурки, оставленные на солнце стеклянные бутылки и осколки, а также преднамеренный поджог.

Типы лесных пожаров делятся на три вида: низовые (беглые и устойчивые), верховые (беглые и устойчивые) и торфяные.

Лесные пожары в Якутии в 2021 году. Самый масштабный пожар в мире в 2021 г. произошел на территории России в республике Саха (Якутия). Пожары были зафиксированы в 17 районах, кроме того, огонь распространился и на две важные охраняемые территории: «Ленские столбы» и Олекминский заповедник. Огнем было захвачено 8 миллионов гектаров леса, что повлекло за собой большие экологические, экономические и социальные последствия [1, с. 1-2].

Анализ пожарной обстановки в Якутии за 27.07.2021 г. с помощью данных спектрорадиометра MODIS. При решении метеорологических задач используется информация, которую получают с низкоорбитальных спутниковых систем, как, например, NOAA (прибор AVHRR), Terra, Aqua (прибор MODIS), Suomi NPP (прибор VIIRS).

В представленной работе данные спектрорадиометров MODIS спутников Terra и Aqua были получены из архива LAADS DAAC (The Level-1 and 6 Atmosphere Archive & Distribution System (LAADS) Distributed Active Archive Center (DAAC)) [2]. Обработка изображений производилась в специальном программном обеспечении SNAP.

На рис. 1 представлен снимок лесных пожаров на территории Якутии 27 июля 2021 г., полученный с сайта WorldView.

Точки оранжевого цвета — местоположение очагов возгорания, которые можно подключить на сайте WorldView, добавив слой «Fires and Thermal Anomalies». Нажав на точку, можно получить информацию по координатам, яркостной температуре (канал 21/22 и 31), дату сбора данных и другое.

Далее была использована программа SNAP для обработки спутникового изображения. На рис. 2 представлено изображение в видимом диапазоне на длине волны 0,645 мкм. Дымовые шлейфы имеют сероватый оттенок по сравнению с земной поверхностью черного цвета и облачностью — белого.

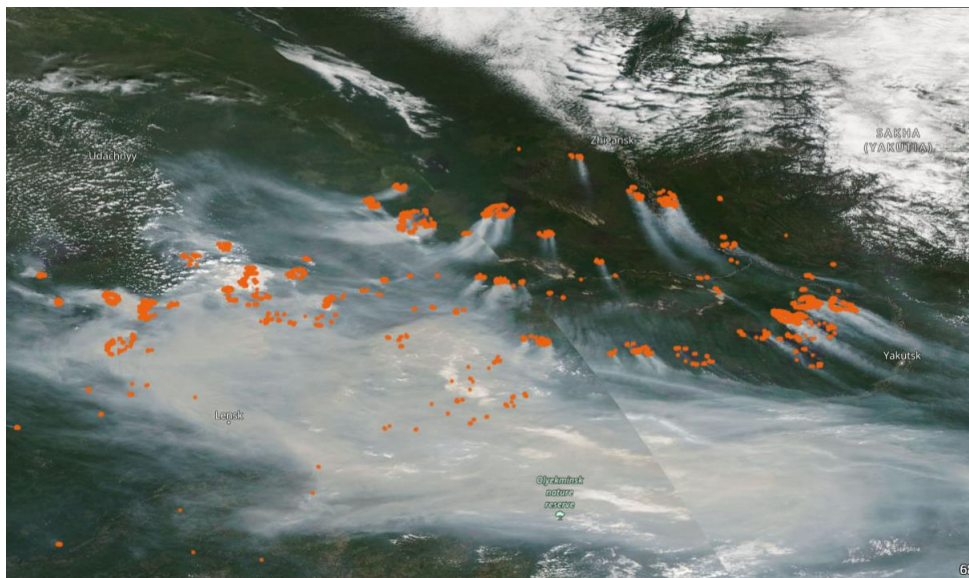


Рис. 1. Исследуемый участок лесных пожаров в Якутии 27.07.2021 г.

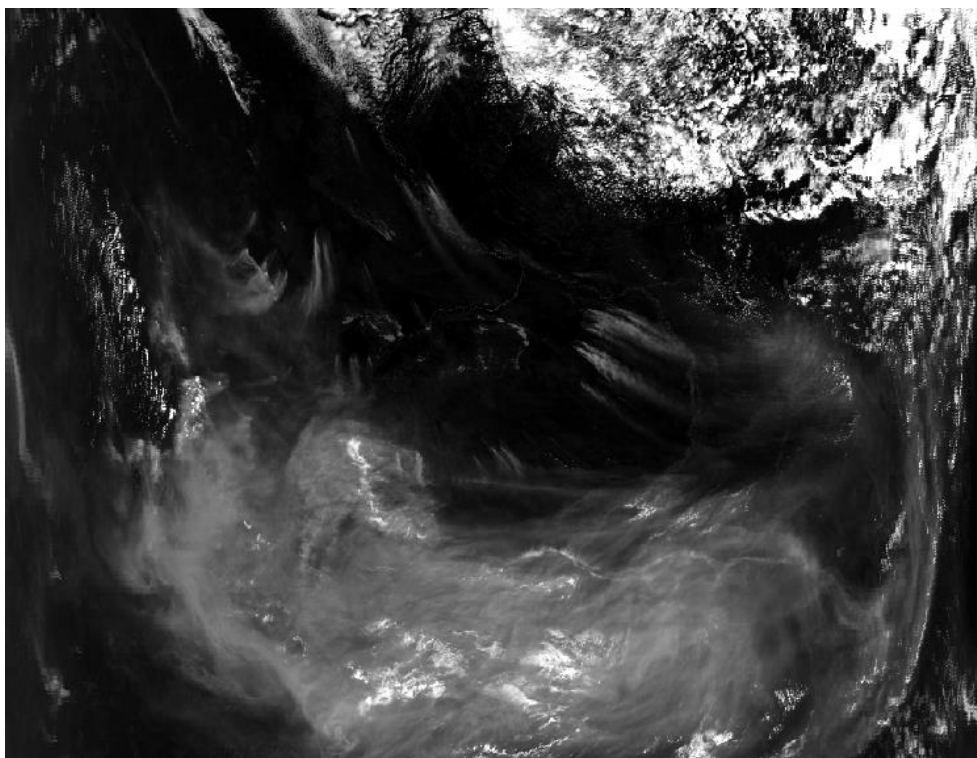


Рис. 2. Изображение в видимом диапазоне, 1 канал (0.645 мкм)

На рис. 3 представлен обработанный снимок в RGB, синтезированный в ближнем и среднем ИК каналах. Хорошо дешифрируются дымовые шлейфы от лесных пожаров, а также гарь темно-серого оттенка, покрывающая территорию от города Чернышевский до Якутска.

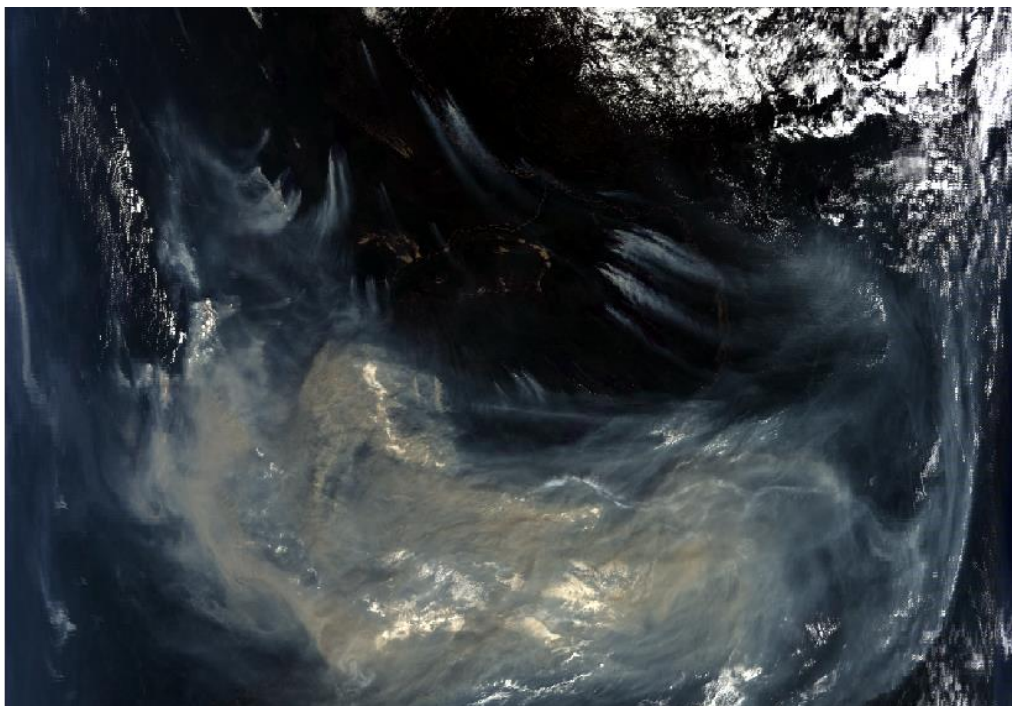


Рис. 3. RGB синтез каналов 4 (1.230-1.250 мкм), 2 (0.841-0.876 мкм), 5 (0.545-0.565) мкм

Также с помощью космических снимков можно проанализировать изменения растительного покрова, для этого применяются вегетационные индексы. Один из часто используемых — это нормализованный вегетационный индекс – *NDVI* (*Normalized difference vegetation index*) [3; 4, с. 2-3; 5, с. 2-3]. Рассчитывается как разность значений отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра, деленная на их сумму:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS},$$

где NIR (Near IR) – отражение в ближней инфракрасной области спектра; VIS – отражение в видимой области спектра.

На рис. 4 представлен рассчитанный по выше представленной формуле и обработанный снимок в программе SNAP.

Для окрашивания рисунка была выбрана специальная палитра для вегетационных индексов «*meris_veg_index*». Серым цветом показана часть выжженной огнем территории, салатovým цветом — дымовые шлейфы.

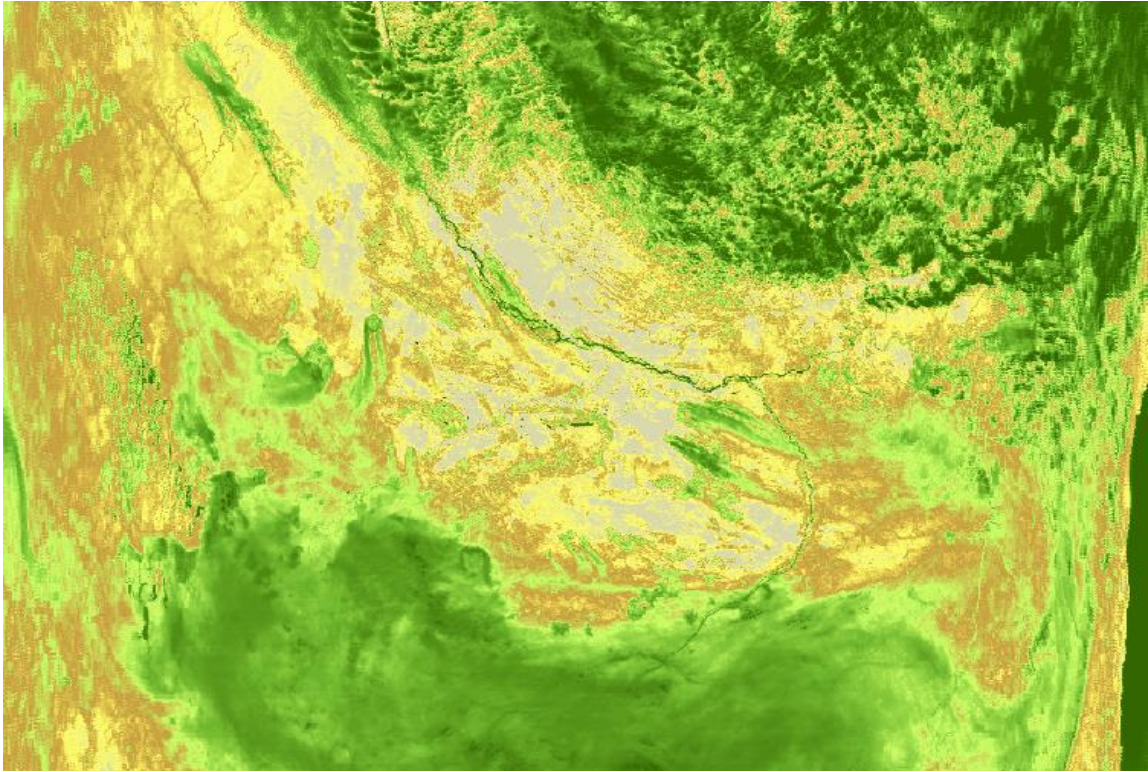


Рис. 4. Изменение растительного покрова при расчете вегетационного индекса NDVI

На рис. 5 представлен пример синоптической ситуации на приземной карте погоды за 27 июля 2021 г. за 12 UTC. Якутия находилась под влиянием гребня антициклона, который характеризуется высоким давлением, малооблачной погодой и высокими температурами, что будет способствовать возникновению новых очагов возгорания.



Рис. 5. Приземная синоптическая карта за 27.07.2021 г., 12 UTC

Заключение. Обработка и анализ изображений лесных пожаров по данным дистанционного зондирования дает возможность оценить масштабы возгорания, распространения и оценку растительного покрова. Также, зная метеорологическую информацию (температура, влажность, направление и скорость ветра и осадки), можно создать вероятностный прогноз на возникновение и распространение лесных пожаров.

Библиографические ссылки

1. *Андреев Д. В., Данилова С. С.* Проблема пожаров в Якутии // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 10-5(80). С. 355-357.
2. Архив LAADS DAAC (The Level-1 and 6 Atmosphere Archive & Distribution System (LAADS) Distributed Active Archive Center (DAAC)). [Электронный ресурс]: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>
3. *Баширова Ч. Ф.* Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч. Ф. Баширова. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2019. — № 31 (269). С. 30-31. URL: <https://moluch.ru/archive/269/61895/>
4. *Курганович К. А., Макаров В. П.* Использование вегетационных индексов NDVI для оценки влияния пожаров на динамику растительности Цасучейского бора // Вестник Забайкальского гос. ун-та. 2015. № 2 (117). С 27-36.
5. *Какорин В. А.* // СТУДЕНТ года 2019: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 28 декабря 2019 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2019. С. 76-81.